(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 515917 A4 2016-01-15**

# (12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50848/2014
(22) Anmeldetag: 24.11.2014
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2016

(51) Int. Cl.: ***C23C 16/44*** (2006.01)
***C23C 16/30*** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2014085348 A2
WO 2005035826 A1
WO 02088593 A1
WO 0138596 A2
US 2006076235 A1
AT 1592 U1

(71) Patentanmelder:
Stojec Mario Paul
9431 St. Stefan im Lavanttal (AT)

(72) Erfinder:
Stojec Mario Paul
9431 St. Stefan (AT)
Köck Herbert
9330 Althofen (AT)

(74) Vertreter:
BABELUK Michael
1080 WIEN (AT)

## (54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR INNENBESCHICHTUNG VON DRUCKBEHÄLTERN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Innenbeschichtung von Druckbehältern (10), beispielsweise Druckflaschen, zur Lagerung und Bereitstellung von Gasen, vorzugsweise für medizinische Anwendungen oder für die Lebensmittelindustrie. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist folgende Bestandteile auf: Zumindest ein Verschlusselement (1), welches gasdicht am Anschluss (11) einer der Druckbehälter (10) anschließbar ist, wobei das Verschlusselement (1) zumindest eine Anschlussleitung (2) aufweist, die das Verschlusselement (1) durchsetzt; eine Vakuumquelle (3), vorzugsweise eine Vakuumpumpe, die mit dem Innenraum (12) des Druckbehälters (10) in Strömungsverbindung bringbar ist; eine Prozessgaseinrichtung (4), die mit der Anschlussleitung (2) in Strömungsverbindung bringbar ist und zum Einleiten eines Gasgemisches für die Plasmabeschichtung in den Innenraum (12) des Druckbehälters (10) dient; sowie eine Generatoreinheit (5), die für die Bereitstellung und Einkopplung von elektromagnetischer Strahlung oder Hochspannung für die Plasmazündung im Innenraum (12) des Druckbehälters (10) ausgebildet ist.

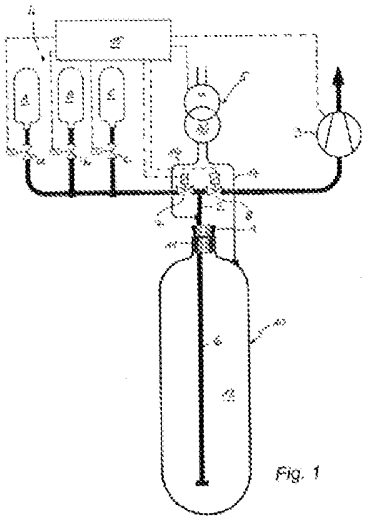


Fig. 1

AT 515917 A4 2016-01-15

## Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Innenbeschichtung von Druckbehältern (10), beispielsweise Druckflaschen, zur Lagerung und Bereitstellung von Gasen, vorzugsweise für medizinische Anwendungen oder für die Lebensmittelindustrie. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist folgende Bestandteile auf: Zumindest ein Verschlusselement (1), welches gasdicht am Anschluss (11) einer der Druckbehälter (10) anschließbar ist, wobei das Verschlusselement (1) zumindest eine Anschlussleitung (2) aufweist, die das Verschlusselement (1) durchsetzt; eine Vakuumquelle (3), vorzugsweise eine Vakuumpumpe, die mit dem Innenraum (12) des Druckbehälters (10) in Strömungsverbindung bringbar ist; eine Prozessgaseinrichtung (4), die mit der Anschlussleitung (2) in Strömungsverbindung bringbar ist und zum Einleiten eines Gasgemisches für die Plasmabeschichtung in den Innenraum (12) des Druckbehälters (10) dient; sowie eine Generatoreinheit (5), die für die Bereitstellung und Einkopplung von elektromagnetischer Strahlung oder Hochspannung für die Plasmazündung im Innenraum (12) des Druckbehälters (10) ausgebildet ist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Innenbeschichtung von Druckbehältern, beispielsweise Druckflaschen, zur Lagerung und Bereitstellung von Gasen, vorzugsweise für medizinische Anwendungen oder für die Lebensmittelindustrie.

Bei der Herstellung von Sauerstoff mittels PSA-Verfahren (**P**ressure **S**wing **A**dsorption) oder anderen Verfahren, beispielsweise dem Linde-Verfahren, für den medizinischen Bereich, bzw. in der Lebensmitteltechnologie, müssen hohe Qualitätsstandards eingehalten werden, um hochreine Gase zu erzeugen. Bei den Druckbehältern bzw. Gasflaschen, die zur Lagerung und Bereitstellung von Gasen, beispielsweise Sauerstoff dienen, wird dieser hohe Standard meist nicht berücksichtigt. Insbesondere bei Stahlflaschen, die beispielsweise aus einer 34CrMo4-Stahllegierung hergestellt werden und blanke bzw. unbehandelte Innenflächen aufweisen, können bei längerem Einsatz an deren Innenseite, insbesondere im Bereich des Bodens und im Anschluss des Bodens zur zylindrischen Innenwand, Roststellen und Rostfraß festgestellt werden. Dieses Problem ist großteils darauf zurückzuführen, dass bei leeren Druckbehältern oder -flaschen, das Entnahmeventil offen beleibt und so zum Beispiel Feuchtigkeit in den Druckbehälter gelangen kann.

Diesem Problem wird beispielsweise in der AT 001.592 U1 mit einer Innenbeschichtung der Gasflasche entgegengetreten, wobei die Gasflasche erwärmt und ein thermoplastischer Kunststoff in Pulverform eingebracht wird. Das Kunststoffpulver wird durch Schwerkraft in die Gasflasche eingebracht und die Gasflasche zur Verteilung des Kunststoffpulvers über ihre Innenwand um die Längsachse gedreht, wobei nach einer Abkühlung der Gasflasche an der Innenwand eine Korrosionsschutzschicht ausgebildet wird.

In diesem Zusammenhang ist es aus der WO 02/088593 A1 bekannt geworden, gasdichte, druckresistente Lager- und/oder Transportbehälter für niedermolekulare, reaktive Füllmedien, insbesondere für Wasserstoff, Sauerstoff und Luft mit einem Korrosionsschutz auszustatten. Die Behälterwandung besteht im Wesentlichen aus einem thermoplastischen Kunststoff, welcher neben einer Diffusionssperrschicht auch eine Korrosionsschutzschicht aufweisen kann. Dabei kann die Innenseite des Behälters mit einer Metallfolie, in der Regel eine Aluminium- oder eine Stahlfolie ausgestattet sein, welche als Korrosionsschutz mit unterschiedlichen Methoden

aufbringbare Beschichtungen aufweist. Die Schutzbeschichtung wird unter Anderem mittels Plasma-Aktivierung aufgebracht, wofür eine Vorrichtung beschrieben ist, die im Wesentlichen aus einer Reaktionskammer besteht, in welcher der zu beschichtende Lager- und Transportbehälter aufgenommen wird. In der Reaktionskammer ist eine Mikrowellenquelle angeordnet, welche von einem Generator mit Radiofrequenz versorgt wird. Für die Plasmavorbehandlung und/oder Plasmabeschichtung kann die Mikrowellenentladung oder eine Radiofrequenzentladung in die Reaktionskammer eingekoppelt werden, wobei mit beiden Quellen Innen- und/oder Außenbehandlungen des Lager- und Transportbehälters durchgeführt werden können.

Schließlich ist aus der WO 01/38596 A2 ein Verfahren zur Plasmabeschichtung von Metallsubstraten bei Atmosphärendruck bekannt geworden, wobei auf die in einer Reaktionskammer angeordneten Substrate unter Anderem Organosilizium-Verbindungen aufgebracht werden. Als metallisches Substrat, auf welches die Beschicht aufgetragen wird, wird Stahl, verzinkter oder legierungsverzinkter Stahl, Aluminium, Magnesium und deren Legierungen genannt.

Aufgabe der Erfindung ist es – ausgehend vom genannten Stand der Technik – ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Innenbeschichtung von neuen und gebrauchten Druckbehältern, beispielsweise Druckflaschen, vorzuschlagen, mit welchem bzw. mit welcher die Innenbeschichtung kostengünstig und zeitsparend durchgeführt werden kann, wobei hohe Qualitätsstandards eingehalten werden sollen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gelöst, die im Wesentlichen folgende Bestandteile aufweist:

- zumindest ein Verschlusselement, welches gasdicht am Anschluss einer der Druckbehälter anschließbar ist, wobei das Verschlusselement zumindest eine Anschlussleitung aufweist, die das Verschlusselement durchsetzt,

- eine Vakuumquelle, vorzugsweise eine Vakuumpumpe, die mit dem Innenraum des Druckbehälters in Strömungsverbindung bringbar ist,

- eine Prozessgaseinrichtung, die mit der Anschlussleitung in Strömungsverbindung bringbar ist und zum Einleiten eines Gasgemisches für die Plasmabeschichtung in den Innenraum des Druckbehälters dient, sowie

- eine Generatoreinheit, die für die Bereitstellung und Einkopplung von elektromagnetischer Strahlung oder Hochspannung für die Plasmazündung im Innenraum des Druckbehälters ausgebildet ist.

Die erfindungsgemäße Idee besteht somit darin, den Druckbehälter bzw. die Druckflasche selbst bzw. deren Innenraum als Reaktionsraum für die Plasmabeschichtung der Innenwand zu nutzen. Der ansonsten übliche Reaktionsraum für die Plasmabeschichtung kann somit entfallen. Mit der Einbringung des erfindungsgemäßen Verschlusselementes in den Druckbehälter sind bereits alle notwendigen Fluidanschlüsse und elektrischen Anschlüsse zur Durchführung des Beschichtungsverfahrens hergestellt.

Besonders vorteilhaft kann die Anschlussleitung für die Prozessgase im Inneren des Druckbehälters bzw. der Druckflasche als Hohllanze ausgeführt sein, die im Bereich der zentralen Flaschenachse angeordnet ist.

Besonders kompakt und einfach zu handhaben ist die Vorrichtung, wenn die Hohllanze elektrisch isolierend durch das Verschlusselement geführt ist und als eine Elektrode für die Einkopplung der von der Generatoreinheit zur Verfügung gestellten elektromagnetischen Strahlung bzw. Hochspannung ausgeführt ist. Mit der Hohllanze kann der Druckbehälter zunächst evakuiert werden, danach die Prozessgase eingeleitet und das Plasma für die Plasmabeschichtung aktiviert werden.

Das erfindungsgemäße Beschichtungsverfahren für neu hergestellte Druckflaschen umfasst somit folgende Schritte:

- Einspannen des Druckbehälters, ggf. Entfernen einer Verschlusskappe vom Anschluss des Druckbehälters;

- gasdichtes Anschließen eines Verschlusselementes durch Aufschrauben, Einschrauben oder Aufklemmen auf den bzw. in den Anschluss des Druckbehälters, wobei zumindest eine das Verschlusselement durchsetzende Anschlussleitung vorgesehen ist;

- Evakuierung der Luft aus dem Innenraum des Druckbehälters über die Anschlussleitung und Herstellung eines Unterdrucks im Druckbehälter;

- Einbringen eines Gasgemisches für die Plasmabeschichtung über die Anschlussleitung;
- Aktivierung des Plasmas im Innenraum durch eine RF- oder Puls DC Anregung;
- Beschichtung der Innenwand des Druckbehälters durch Polymerisation; sowie
- Spülen des Innenraums des Druckbehälters, bevorzugt mit einem Inertgas.

Die Anregung erfolg beispielweise bei einer Spannung von 1000 bis 1500 V DC bei einer Frequenz von 30-150 Hz abhängig von der Größe und Volumen des Druckbehälters bzw. der Druckflasche.

Die Evakuierung der Luft aus dem Innenraum des Druckbehälters vor der eigentlichen Plasmabeschichtung kann durch zumindest eine, vorzugsweise mehrere Spülungen mit einem Inertgas unterstützt werden, wobei nach jeder Spülung ein Evakuierungsschritt erfolgt und als Spülgas bevorzugt Stickstoff oder Argon verwendet werden kann. Für die Spülgase sollte zumindest eine Reinheit von 99,5 Vol% eingehalten werden

Das Gasgemisches für die Plasmabeschichtung wird nach der Aktivierung des Plasmas kontinuierlich zugeführt, bis die gewünschte Schichtdicke im Bereich von 30 bis 500 µm an der Innenwand des Druckbehälters erreicht wird. Die Beschichtungsdauer ist abhängig von der Behältergröße sowie von der Schichtdicke und beträgt beispielsweise bei einer Behältergröße von 2 Liter und der gewünschten Schichtdicke 5 bis 25 min.

Erfindungsgemäß kann die innere Oberfläche der Gasflasche vor der Plasmabeschichtung einem Aktivierungsschritt, beispielsweise mit Argon oder Sauerstoff, unterworfen werden.

Erfindungsgemäß wird ein Beschichtungsmaterial aus der Gruppe der Silane, Teflon, Parylene oder Siloxane, vorzugsweise Hexamethyldisiloxan, verwendet, wobei für die Plasmabeschichtung im Inneren des Druckbehälters ein Druck im Bereich von 0,1 bis 1 mbar, vorzugsweise von 0,2 bis 0,5 mbar, hergestellt wird. Die optimale Schichtdicke und das geeignete Beschichtungsmaterial werden im Hinblick auf die Gasverträglichkeit des jeweils abzufüllenden Gases ausgewählt.

Falls für die Plasmabeschichtung ein Dielectric Barrier Discharge (DBD) Verfahren verwendet wird, kann die Plasma-Polymerisation auch bei höherem Innendruck bis zu Atmosphärendruck durchgeführt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren für gebrauchte, bereits im Umlauf befindliche Druckbehälter oder Druckflaschen, die neu befüllt werden sollen, umfasst nach dem Entfernen der Verschlusskappe einen Reinigungsschritt, bei welchem vor allem Ablagerungen und Rostbildungen im Innenraum der Druckbehälter entfernt werden.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von schematischen Zeichnungen und vorteilhaften Ausführungsvarianten näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Innenbeschichtung von Druckflaschen,

Fig. 2 ein Detail der Ausführungsvariante gemäß Fig. 1 in einer Schnittdarstellung sowie

Fig. 3 eine zweite Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Innenbeschichtung von Druckflaschen.

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellte Vorrichtung zur Innenbeschichtung eines Druckbehälters bzw. einer Druckflasche 10 weist folgende Komponenten auf:

Es ist zumindest ein Verschlusselement 1 vorgesehen, welches gasdicht an den Anschluss 11 eines Druckbehälters, im dargestellten Beispiel einer der Druckflaschen 10, anschließbar ist, beispielsweise durch Einschrauben in ein Innengewinde 13, Aufschrauben auf ein Außengewinde oder Aufklemmen auf den Anschluss 11.

Das Verschlusselement 1 weist eine Anschlussleitung 2 auf, die das Verschlusselement 1 durchsetzt. Es ist natürlich möglich die Beschichtungsvorrichtung mit mehreren Verschlusselementen 1 zur gleichzeitigen Behandlung mehrerer Druckflaschen auszustatten, wobei die Druckflaschen 10 beispielsweise karussellartig in der Beschichtungsvorrichtung angeordnet sein können.

Weiters weist die Vorrichtung eine Vakuumquelle 3, vorzugsweise eine Vakuumpumpe, eine Prozessgaseinrichtung 4, sowie eine Generatoreinheit 5 auf, die für die Bereitstellung und Einkopplung von elektromagnetischer Strahlung oder Hochspannung für die Plasmazündung im Innenraum 12 des Druckbehälters bzw. der Druckflasche 10 ausgebildet ist.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Druckflasche 10 handelt es sich um eine Metallflasche, die aus Stahl, einer Stahllegierung (z.B. 34CrMo4), Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht. Die Stahlflaschen sind für einen Fülldruck bis zu 300 bar geeignet.

In der Variante gemäß Fig. 1 sind die Vakuumquelle 3 und die Prozessgas-einrichtung 4 über eine Ventilanordnung 7, 8 oder ein (nicht dargestelltes) Zweiwegeventil abwechselnd der Anschlussleitung 2 zuschaltbar.

Die Prozessgaseinrichtung 4, weist Behälter A, B und C für die benötigten Prozessgase auf, die mit Hilfe der Schaltventile a, b und c im gewünschten Mischverhältnis in die Anschlussleitung 2 des Verschlusselements 1 eingespeist und in den Innenraum 12 des Druckbehälters bzw. der Druckflasche 10 eingeleitet werden.

Die Vorrichtung weist eine Steuereinheit 15 auf, die mit den Antriebselementen der Ventile a, b, c, 7 und 8 der Generatoreinheit 5 und der Vakuumpumpe 3 in Verbindung steht.

Die Anschlussleitung 2 ist im Innenraum 12 der Druckflasche 10 als Hohllanze 6 ausgeführt, die im Bereich der zentralen Flaschenachse 10' angeordnet ist. Für die gleichmäßige Einbringung der Prozessgase in den Innenraum 12 der Druckflasche 10 weist die Hohllanze 6 axial beabstandete, radial verteilte Austrittsöffnungen 14 für die Prozessgase auf.

Die Hohllanze 6 ist elektrisch isolierend durch das Verschlusselement 1 geführt und kann über die Verbindungsleitung 16 als eine Elektrode für die Einkopplung der von der Generatoreinheit 5 zur Verfügung gestellten elektromagnetischen Strahlung oder Hochspannung ausgeführt sein. Wie im Detail in Fig. 2 dargestellt, kann die elektrische Verbindung zur Gegenelektrode, nämlich der Druckflasche 10, über die Verbindungsleitung 17 direkt zum Anschluss 11 des Druckbehälters geführt werden.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsvariante weist das Verschlusselement 1 eine weitere Anschlussleitung 9 auf, die das Verschlusselement 1 durchsetzt und mit der Vakuumquelle 3 in Verbindung steht.

# P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Vorrichtung zur Innenbeschichtung von Druckbehältern (10), beispielsweise Druckflaschen, zur Lagerung und Bereitstellung von Gasen, vorzugsweise für medizinische Anwendungen oder für die Lebensmittelindustrie, gekennzeichnet durch:

   - zumindest ein Verschlusselement (1), welches gasdicht am Anschluss (11) einer der Druckbehälter (10) anschließbar ist, wobei das Verschlusselement (1) zumindest eine Anschlussleitung (2) aufweist, die das Verschlusselement (1) durchsetzt,

   - eine Vakuumquelle (3), vorzugsweise eine Vakuumpumpe, die mit dem Innenraum (12) des Druckbehälters (10) in Strömungsverbindung bringbar ist,

   - eine Prozessgaseinrichtung (4), die mit der Anschlussleitung (2) in Strömungsverbindung bringbar ist und zum Einleiten eines Gasgemisches für die Plasmabeschichtung in den Innenraum (12) des Druckbehälters (10) dient, sowie

   - eine Generatoreinheit (5), die für die Bereitstellung und Einkopplung von elektromagnetischer Strahlung oder Hochspannung für die Plasmazündung im Innenraum (12) des Druckbehälters (10) ausgebildet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlussleitung (2) im Innenraum (12) des Druckbehälters (10) bzw. der Druckflasche als Hohllanze (6) ausgeführt ist, die im Bereich der zentralen Flaschenachse (10') angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vakuumquelle (3) und die Prozessgaseinrichtung (4) über eine Ventilanordnung (7, 8) oder ein Zweiwegeventil abwechselnd der Anschlussleitung (2) zuschaltbar sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlusselement (1) eine weitere Anschlussleitung (9) aufweist, die das

Verschlusselement (1) durchsetzt und mit der Vakuumquelle (3) in Verbindung steht.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohllanze (6) elektrisch isolierend durch das Verschlusselement (1) geführt ist und als Elektrode für die Einkopplung der von der Generatoreinheit (5) zur Verfügung gestellten elektromagnetischen Strahlung oder Hochspannung ausgeführt ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohllanze (6) axial beabstandete, radial verteilte Austrittsöffnungen (14) für die gleichmäßige Einbringung der Prozessgase in den Innenraum (12) des Druckbehälters (10) aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckbehälter (10) eine Metalldruckflasche ist und aus Stahl, einer Stahllegierung, Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.

8. Verfahren zur Innenbeschichtung von neuen Druckbehältern, beispielsweise Druckflaschen, zur Lagerung und Bereitstellung von Gasen, vorzugsweise für medizinische Anwendungen oder Anwendungen in der Lebensmittelindustrie, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

   - Einspannen des Druckbehälters, ggf. Entfernen einer Verschlusskappe vom Anschluss des Druckbehälters;

   - gasdichtes Anschließen eines Verschlusselementes durch Aufschrauben, Einschrauben oder Aufklemmen auf den bzw. in den Anschluss des Druckbehälters, wobei zumindest eine das Verschlusselement durchsetzende Anschlussleitung vorgesehen ist;

   - Evakuierung der Luft aus dem Innenraum des Druckbehälters über die Anschlussleitung und Herstellung eines Unterdrucks im Druckbehälter;

   - Einbringen eines Gasgemisches für die Plasmabeschichtung über die Anschlussleitung;

   - Aktivierung des Plasmas im Innenraum durch eine RF- oder Puls DC Anregung;

- Beschichtung der Innenwand des Druckbehälters durch Polymerisation; sowie

- Spülen des Innenraums des Druckbehälters, bevorzugt mit einem Inertgas.

9. Verfahren zur Innenbeschichtung von gebrauchten Druckbehältern, beispielsweise Druckflaschen, zur Lagerung und Bereitstellung von Gasen, vorzugsweise für medizinische Anwendungen oder Anwendungen in der Lebensmittelindustrie, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Einspannen des Druckbehälters, ggf. Entfernen einer Verschlusskappe vom Anschluss des Druckbehälters;

- Reinigen des Innenraums des Druckbehälters, wobei vor allem Ablagerungen und Rostbildungen im Innenraum des Druckbehälters entfernt werden;

- gasdichtes Anschließen eines Verschlusselementes durch Aufschrauben, Einschrauben oder Aufklemmen auf den bzw. in den Anschluss des Druckbehälters, wobei zumindest eine das Verschlusselement durchsetzende Anschlussleitung vorgesehen ist;

- Evakuierung der Luft aus dem Innenraum des Druckbehälters über die Anschlussleitung und Herstellung eines Unterdrucks im Druckbehälter;

- Einbringen eines Gasgemisches für die Plasmabeschichtung über die Anschlussleitung;

- Aktivierung des Plasmas im Innenraum durch eine RF- oder Puls DC Anregung;

- Beschichtung der Innenwand des Druckbehälters durch Polymerisation; sowie

- Spülen des Innenraums des Druckbehälters, bevorzugt mit einem Inertgas.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Evakuierung der Luft aus dem Innenraum des Druckbehälters durch zumindest eine, vorzugsweise mehrere Spülungen mit einem Inertgas unterstützt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Spülgas Stickstoff oder Argon verwendet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Gasgemisches für die Plasmabeschichtung nach der Aktivierung des Plasmas kontinuierlich zugeführt wird, bis die gewünschte Schichtdicke im Bereich von 30 bis 500 µm an der Innenwand des Druckbehälters erreicht wird.

13. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Oberfläche der Gasflasche vor der Plasmabeschichtung einem Aktivierungsschritt, beispielsweise mit aktiviertem Argon oder Sauerstoff, unterworfen wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Beschichtungsmaterial aus der Gruppe der Silane, Teflon, Parylene oder Siloxane, für die Plasmabeschichtung verwendet wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass für die Plasmabeschichtung im Inneren des Druckbehälters ein Druck im Bereich von 0,1 bis 1 mbar, vorzugsweise von 0,2 bis 0,5 mbar hergestellt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass als Beschichtungsmaterial für die Plasmabeschichtung Hexamethyldisiloxan verwendet wird.

2014 11 24
Lu/Pa

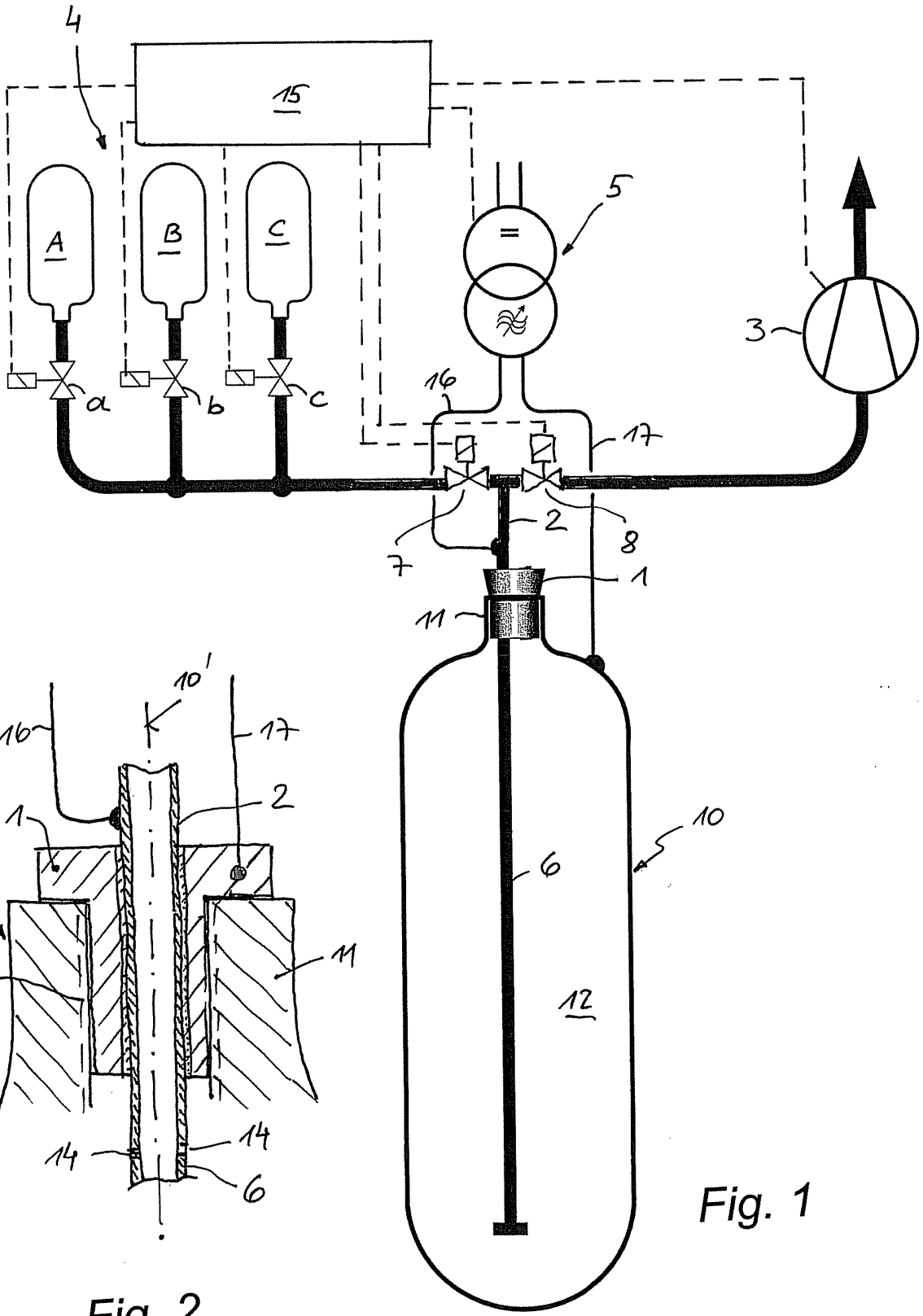



Fig. 1




Fig. 2

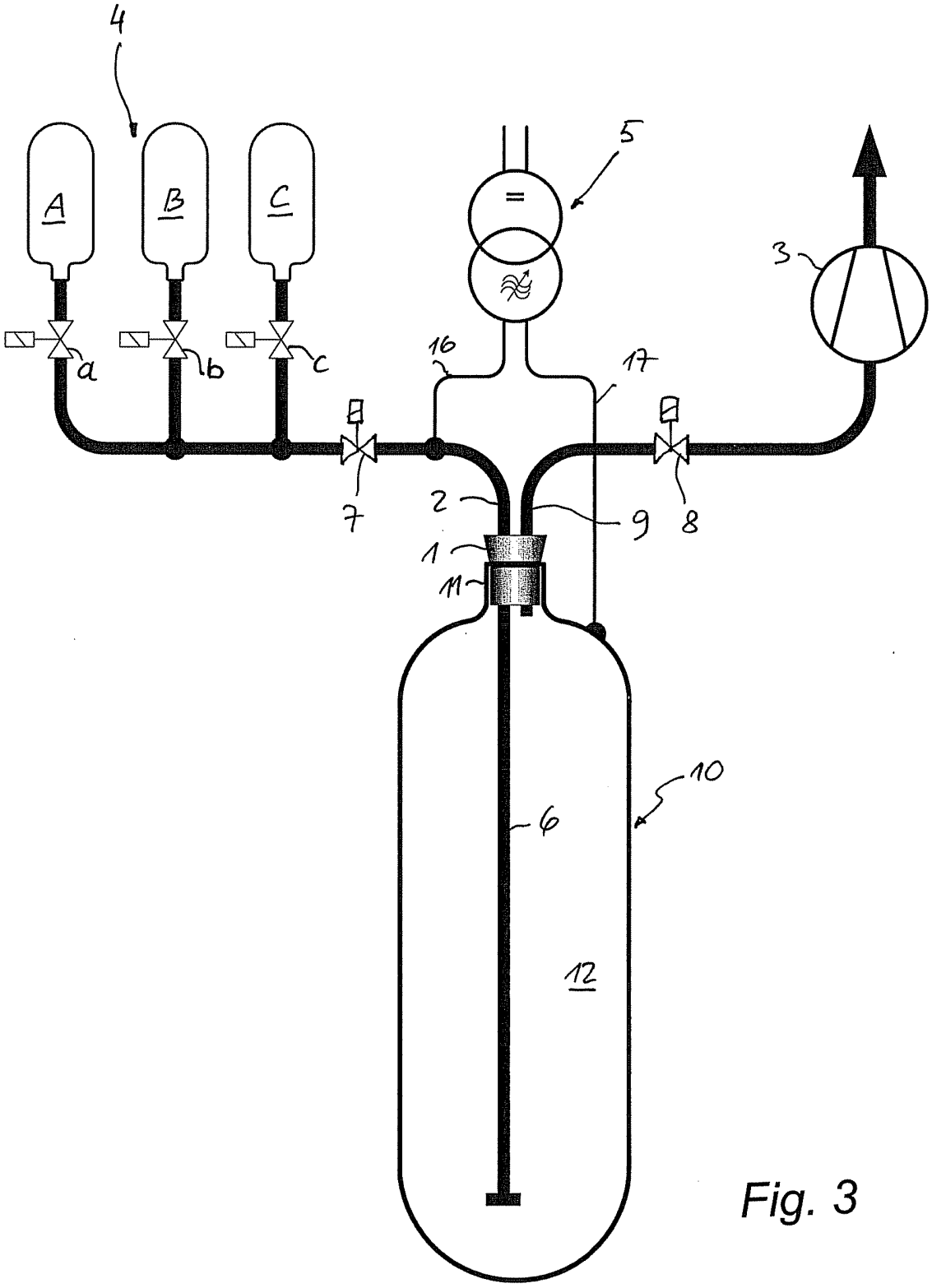



Fig. 3